

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平4-29403

⑬ Int. Cl. 5

H 03 F 3/60  
 H 01 P 5/08  
 H 03 F 3/193  
 3/24

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)1月31日

L

8836-5J  
 7741-5J  
 8326-5J  
 8836-5J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 高周波トランジスタの整合回路

⑯ 特願 平2-133395

⑯ 出願 平2(1990)5月23日

⑰ 発明者 田口 豊 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑰ 発明者 江田 和生 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑰ 発明者 三輪 哲司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑰ 出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑰ 代理人 弁理士 栗野 重孝 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

高周波トランジスタの整合回路

## 2. 特許請求の範囲

高周波トランジスタを使用した高周波増幅器における、高周波トランジスタから見た出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}$  (f) が増幅しようとする周波数で高周波トランジスタの出力インピーダンス  $Z_{out}$  (f) の複素共役となつており、増幅しようとする周波数の2倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}$  (2f) が高周波トランジスタの出力インピーダンス  $Z_{out}$  (2f) と  $Z_{in}$  (2f) = -  $Z_{out}$  (2f) の関係にあり、増幅しようとする周波数の3倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}$  (3f) が実質的に無限大と見なせるような値を取るものとする高周波トランジスタの整合回路。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は高周波増幅器、特に高効率を必要とする高周波増幅器に使用するトランジスタの出力インピーダンス整合回路に関する。

## 従来の技術

従来より消費電力を抑えて高効率化を図った種々の電力増幅器が考案されている。電力増幅器の高効率化を図ることによって、たとえば可搬型通信装置では放熱器の大きさや電池容量を削減することができ、その結果、通信機の小型、軽量化が図れる。以下、第4図を使用して従来の電力増幅回路の例について説明する。図において101はスイッチング動作および増幅を行なう電界効果トランジスタ(FET)、401はFETと負荷との整合を行なう1/4波長変成器、402は出力信号から高調波を除去して基本波を取り出すための並列共振器である。403、404は入力端、出力端を示している。図のようにFETのゲートGは入力端子403に接続され、ソースSは接地されている。ドレン端子Dには1/4波長変成器と並列共振器が接続されている。

この増幅器の動作について説明する。入力端子 403 からゲートに供給された信号は増幅されドレインに現われる。一方、ドレインに接続されている 1/4 波長変成器は偶数次高調波に対しては半波長線路と等価に、奇数次高調波に対しては 1/4 波長線路として機能する。そこで並列共振回路を高調波に対してショートと見なせるような低いインピーダンス値に設定すれば、1/4 波長線路のドレイン接続端において、奇数次高調波は開放に、偶数次高調波は短絡となる。しかし、このように高調波に対して十分短絡と見なせるような回路を設計することはむずかしかった。そこで特開昭63-95710に示されるような回路が考案された。その回路を第5図を参照しながら説明する。

同図において 101 はスイッチング動作および増幅を行なう電界効果トランジスタ (FET)、501 は FET と負荷との整合を行なう回路、503, 504 は入力端、出力端を示している。図のように FET のゲート G は入力端子 503 に

接続されソース S は接地されている。ドレイン D には 1/4 波長変成器と並列共振器が接続されている。先の F 級増幅器を構成するためには FET 101 の出力端を偶数次高調波に対して短絡、奇数次高調波に対して開放のインピーダンスを持つ回路に接続すればよい。そこで第5図に示すように出力側回路 501 の FET 接続部に 1/4 波長のストリップライン 502 を接続することにより第4図の回路と同様の効果を得ようとしているものである。

本発明は上記課題を解決するもので、F 級増幅器の整合条件を満足する整合回路を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

本発明は上記目的を達成するために、高周波トランジスタから見た出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}(f)$  が、増幅しようとする周波数で高周波トランジスタの出力インピーダンス  $Z_{out}(f)$  の複素共役となっており、増幅しようとする周波数の 2 倍高調波で、出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス

接続されソース S は接地されている。ドレイン D には 1/4 波長変成器と並列共振器が接続されている。先の F 級増幅器を構成するためには FET 101 の出力端を偶数次高調波に対して短絡、奇数次高調波に対して開放のインピーダンスを持つ回路に接続すればよい。そこで第5図に示すように出力側回路 501 の FET 接続部に 1/4 波長のストリップライン 502 を接続することにより第4図の回路と同様の効果を得ようとしているものである。

#### 発明が解決しようとする課題

このような従来の電力増幅回路では、FET の内部に存在する寄生インダクタンス、寄生抵抗、寄生容量やドレインと回路基板を接続するワイヤーのインダクタンスなどの影響を考慮していない。そのため、これらの寄生成分やドレインのワイヤーインダクタンスが大きくなると、しだいに設計値からはずれて所望の性能が得られないという欠点があった。このことについて詳しく説明する。第6図に FET の等価回路を示す。理想的な F 級増

$Z_{in}(2f)$  が高周波トランジスタの出力インピーダンス  $Z_{out}(2f)$  と  $Z_{in}(2f) = -Z_{out}(2f)$  の関係にあり、増幅しようとする周波数の 3 倍高調波で、出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}(3f)$  が実質的に無限大と見なせるような値を取るような回路を接続するものとする。

#### 作用

本発明は上記構成により奇数次高調波は電流源端で開放、偶数次高調波は電流源端で短絡とする。

#### 実施例

以下、本発明の一実施例の高周波トランジスタの整合回路について図面を参照しながら説明する。第1図は本発明の一実施例の回路の構成を示す回路図である。図において、101 はスイッチング動作および増幅を行なう電界効果トランジスタ (FET)、102 は FET と負荷との整合を行なう回路、103, 104 は入力端、出力端を示している。図のように FET のゲート G は入力端子 103 に接続されソース S は接地されている。ド

レインDには1/4波長変成器と並列共振器が接続されている。またその基本波、2次高調波、3次高調波の等価回路を図2に示す。同図において101はスイッチング動作および増幅を行なう電界効果トランジスタ(FET)、201、202は入力端、出力端を示している。図のようにFETのゲートGは入力端子201に接続されソースSは接地されている。ドレインDには1/4波長変成器と並列共振器が接続されている。このような回路の高周波トランジスタから見た出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(f)$ が、増幅しようとする周波数で高周波トランジスタの出力インピーダンス $Z_{out}(f)$ の複素共役となっており、増幅しようとする周波数の2倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(2f)$ が高周波トランジスタの出力インピーダンス $Z_{out}(2f)$ と $Z_{in}(2f) = -Z_{out}(2f)$ の関係にあり、増幅しようとする周波数の3倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(3f)$ が実質的に無

限大と見なせるような回路となる条件を考えてみる。

まず、最も簡単な一合として第3図に示すような1段のLC回路を考える。図において、101はスイッチング動作および増幅を行なう電界効果トランジスタ(FET)、301、302は入力端、出力端を示している。

この場合の入力インピーダンスは

$$Z_{in} = \frac{R + j\omega(L - R^2C + \omega^2R^2C^2L)}{1 + \omega^2R^2C^2}$$

$$\text{ただし} \omega = 2\pi f$$

Rは出力インピーダンス

となり、これがFETの出力インピーダンス $Z_{out}(f)$ の共役複素数に等しいという条件から、実数部、虚数部両辺が等しいという2つの等式よりL、Cの値がそれぞれ決定できる。

$$Z_{out}(f) = r + jx \text{ とすると}$$

$Z_{in}(f) = Z_{out}(f)$ の条件より、

$Z_{out}(f)$ は $Z_{out}(f)$ の共役複素数

$$C = \frac{\sqrt{\frac{R}{r} - 1}}{R\omega} \quad L = \frac{\sqrt{Rr - r^2} - x}{\omega} \text{ となる。}$$

このように1段のL、C回路であれば1点の周波数におけるインピーダンスを決定できる。これを2段のLC回路にすると同様に基本波と2倍波、2つの周波数におけるインピーダンスを決定できる。更に3段になると基本波と2倍波、3倍波のインピーダンスが決定できる。

つまり3段以上のLC回路を使用して出力整合回路を設計すれば少なくとも基本波、2倍波、3倍波のインピーダンスを任意に設定することができる。

もちろんFETのインピーダンスによっては2段で3段のLC回路と同様の働きをするものも存在する可能性がある。

また、ここでは3倍高調波までしか考慮にいれていないが、4倍波以上を考慮にいれても効率はそれほど上がるわけではなく、それよりもマッチング回路の損失の方が大きくなるので4倍波以上

はそれほど考える必要はない。

このように、本発明の実施例の高周波トランジスタの整合回路によれば、高周波トランジスタを使用した高周波増幅器の出力側インピーダンス整合回路において、高周波トランジスタから見た出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(f)$ が増幅しようとする周波数で高周波トランジスタの出力インピーダンス $Z_{out}(f)$ の複素共役となっており、増幅しようとする周波数の2倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(2f)$ が高周波トランジスタの出力インピーダンス $Z_{out}(2f)$ と $Z_{in}(2f) = -Z_{out}(2f)$ の関係にあり、増幅しようとする周波数の3倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス $Z_{in}(3f)$ が実質的に無限大と見なせるような値を取るものとする高周波トランジスタの整合回路とすることにより、F級増幅における整合条件が2次高調波および3次高調波について満足され、増幅器の効率を向上できる効果がある。

なお、この実施例ではすべて集中定数回路を使用したが、当然同様の働きが得られる分布定数回路で構成しても同様の効果が得られることは言うまでもない。

#### 発明の効果

以上の実施例から明らかなように、本発明は高周波トランジスタを使用した高周波増幅器の出力側インピーダンス整合回路において、高周波トランジスタから見た出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}(f)$  が増幅しようとする周波数で高周波トランジスタの出力側インピーダンス  $Z_{out}(f)$  の複素共役となっており、増幅しようとする周波数の 2 倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}(2f)$  が高周波トランジスタの出力側インピーダンス  $Z_{out}(2f)$  と  $Z_{in}(2f) = -Z_{out}(2f)$  の関係にあり、増幅しようとする周波数の 3 倍高調波で出力側インピーダンス整合回路の入力インピーダンス  $Z_{in}(3f)$  が実質的に無限大と見なせるような値を取るものと

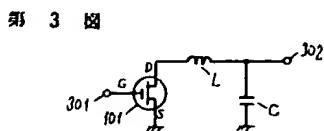
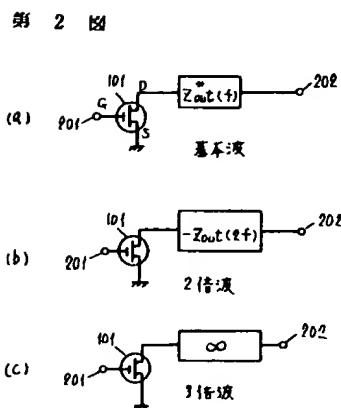
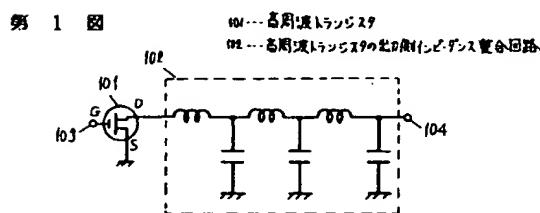
する高周波トランジスタの整合回路とすることにより、F 級増幅器の整合条件を 2 次高調波および 3 次高調波まで満足させることができ、増幅器の効率を向上することができる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

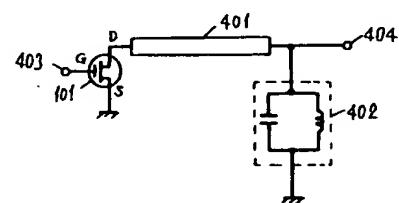
第 1 図は本発明の一実施例の高周波トランジスタの整合回路の回路図、第 2 図はその基本波、2 倍波、3 倍波に対する等価回路図、第 3 図は本発明の説明のための回路図、第 4 図および第 5 図は従来の高周波トランジスタの整合回路の回路図、第 6 図は FET の等価回路である。

101 ……高周波トランジスタ、102 ……高周波増幅器の出力側インピーダンス整合回路。

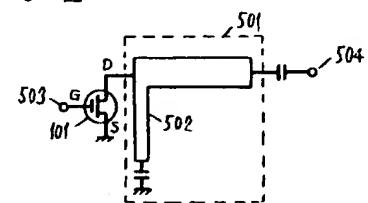
代理人の氏名 弁理士 粟野重孝 ほか 1 名



第 4 図



第 5 図



第 6 図

